

Japanese Kokai Patent Application No. Hei 3[1991]-194991

---

Translated from Japanese by the Ralph McElroy Co., Custom Division  
P.O. Box 4828, Austin, Texas 78765 USA

Code: 1919-58981

Ref. No.: Watson T

## JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT JOURNAL

KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 3[1991]-194991

Int. Cl. <sup>5</sup> :	H 01 S 3/225 H 01 S 3/223
Sequence Nos. for Office Use:	7630-5F
Application No.:	Hei 1[1989]-331332
Application Date:	December 22, 1989
Publication Date:	August 26, 1991
No. of Claims:	2 (Total of 3 pages)
Examination Request:	Not requested

## EXCIMER LASER DEVICE

Inventors:	Masahiro Fujima Hitachi, Ltd. Energy Research Center, 1168 Moriyama-cho, Hitachi-shi, Ibaragi-ken
	Ryouji Nishio Hitachi, Ltd. Energy Research Center, 1168 Moriyama-cho, Hitachi-shi, Ibaragi-ken

Kazuki Tsuchida  
Hitachi, Ltd.  
Energy Research Center,  
1168 Moriyama-cho,  
Hitachi-shi,  
Ibaragi-ken

Applicant:

Hitachi, Ltd.  
4-6 Kanda surugadai,  
Chiyoda-ku, Tokyo

Agents:

Katsuo Ogawa,  
patent attorney, and  
two others

[There are no amendments to this patent.]

#### Claims

1. An excimer laser device characterized by an installed controlling device that adjusts the concentration of the halogen gas in the excimer laser gas.
2. The excimer laser device described in Claim 1 characterized by operation with a partial pressure ratio of HCl to Xe of less than 0.15, or an HCl concentration of less than 0.2%.

#### Detailed Explanation of the invention

##### Industrial Application Field

This invention concerns a rare gas halide excimer laser, such as a XeCl, KrF, or ArF excimer laser, for example. In particular, it relates to the control of the concentration of the

halogen gas, which is necessary for the stabilization of the laser output.

#### Prior art

As introduced in Laser Research, Vol. 13, No. 10, 1985, pages 814-822, the conventional device had a device structure and a mixing ratio of the gas intended to obtain a high laser output.

#### Problem to be solved in this invention

The mixing ratio of the laser gas, which cannot be neglected in stabilizing the laser output, is not considered in the aforementioned existing technology, and it had the problem of substantially changing the laser output that accompanies a deterioration of the gas.

The aim of this invention is the attainment of a rare gas halide excimer laser in which the change in the laser output that accompanies the deterioration in the gas (decrease in the concentration of the halogen gas), the problem in the aforementioned existing technology, is reduced and in which a stable discharge and a stable laser output can be maintained by controlling the mixing ratio of the laser gas.

#### Means to solve the problem

The aforementioned aim is attained by the means below. More precisely, a controlling device, which adjusts the concentration of the halogen gas in the excimer laser gas, is installed, and the concentration of the halogen gas is maintained at an optimal

value. Either condition (1), in which the partial pressure ratio of the HCl gas to the Xe gas is less than 0.15, or condition (2), in which the HCl concentration is less than 0.2%, is established, in which a stable excimer laser output can be obtained without depending much on the concentration of the halogen gas.

#### Function

The components of the laser gas in an excimer laser device can always be maintained constant by a controlling device for the concentration of the halogen gas. Through this, a stable discharge, which is necessary for the generation of excimers (excited dimers; each 2 atomic molecules,  $\text{XeCl}^*$ , for example), can be obtained. When the discharge is stable, the number of the excimers per discharge stabilizes. The laser output is proportional to the number of the excimer, and a stable laser output can be obtained.

#### Application example

An application example of this invention will be explained in Figure 1 below. In an excimer laser shown in Figure 1, a condensor (7) is charged by a high voltage power source (6) through a charging resistance (8). As a thyatron (9) is afterwards in circuit, electric charges of the condensor (7) pass through a preliminary ionization electrode (10) and are shifted to a peaking condensor (11). During this, the laser gas is pre-ionized by the preliminary discharge that is generated prior to the main discharge. The voltage at the peaking condensor (11) increases as the electric charges are shifted, and the main

discharge circuit is formed from the peaking condensor (11) → cathode (12) → anode (13) → to the peaking condensor (11) when the laser gas (14) between the cathode (12) and the anode (13) reaches the dielectric breakdown voltage, and the main discharge is formed between the cathode (12) and the anode (13). Through this discharge, excimers (excited dimers; each 2 atomic molecules,  $\text{XeCl}^*$ , for example) are formed. An excimer emits light as it dissociates, and laser light can be obtained from this by stimulated emission using a resonator. There is a phenomenon in which impurities that are formed through the discharge destabilize the next discharge when the repetition of laser cycles increases. This can be prevented by removing the laser gas between the cathode (12) and the anode (13) with a fan (15).

The main reason for a decrease in the excimer laser output is a decrease in the concentration of the halogen gas. To prevent this, the concentration of the halogen gas within the laser gas (14) is monitored by a halogen gas detector (1), such as a light wave interference gas densitometer, for example; this value is compared to the set value of the concentration of the halogen gas (signal at the reference signal generator (2)) by a comparator (3); and a valve (4) is opened and the halogen gas within a halogen gas bomb (5) is introduced into the laser tube when the concentration is low. This allows the maintenance of a constant concentration of the halogen gas within the laser gas (14), and a decrease in the laser output can be prevented.

Figure 2 shows the dependence of the laser output in an  $\text{XeCl}$  excimer laser on the  $\text{HCl}$  partial pressure ratio. As can be observed in the figure, there is an optimal value of the concentration of the  $\text{HCl}$  gas for obtaining a high laser output. For an optimal concentration of the  $\text{HCl}$  gas, the partial pressure

ratio of the HCl gas to the Xe gas is near  $P_{HCl}/P_{Xe} = 0.20$ , or the HCl concentration is near 0.26%. A high output (high efficiency) excimer laser can be attained by controlling this concentration of the HCl gas with the halogen gas controlling device, which was explained in Figure 1 (1-5). Next, as the HCl partial pressure ratio drops below 0.15, a stable laser output can be obtained without dependence on the concentration of the HCl gas. More precisely, an excimer laser in which a stable laser output can be obtained without the control of the concentration of the gas (1), and an excimer laser that has mild controlling conditions for the HCl concentration (2) can be attained by operating the XeCl excimer laser with the HCl partial pressure ratio of below 0.15 or the HCl concentration of below 0.2%. An example of the XeCl excimer laser was mainly explained above, but the same is possible in other rare gas halide excimer lasers, such as KrF and ArF, for example.

#### Effect of the invention

In this invention, a decrease in the concentration of the halogen gas during an operation of an excimer laser can be prevented; therefore, a stable laser output can be obtained for a long period of time. Also, a stable laser output can be obtained without controlling the concentration of the HCl gas in an XeCl excimer laser by establishing the HCl gas partial pressure ratio  $P_{HCl}/P_{Xe}$  to the Xe gas below 0.15 or the concentration of the HCl gas below 0.2%.

# Brief explanation of the figures

Figure 1 is a system diagram of an application example of this invention. Figure 2 is an explanatory diagram which shows the dependence of the laser output in an XeCl excimer laser on the HCl partial pressure ratio (concentration of the HCl gas).

1...halogen concentration detector, 2...reference signal generator, 3...comparator, 4...valve, 5...halogen gas bomb, 6...high voltage power source, 7...condensor, 8...charging resistance, 9...thyatron, 10...preliminary ionization electrode, 11...peaking condensor, 12...cathode, 13...anode, 14...laser gas, and 15...fan.

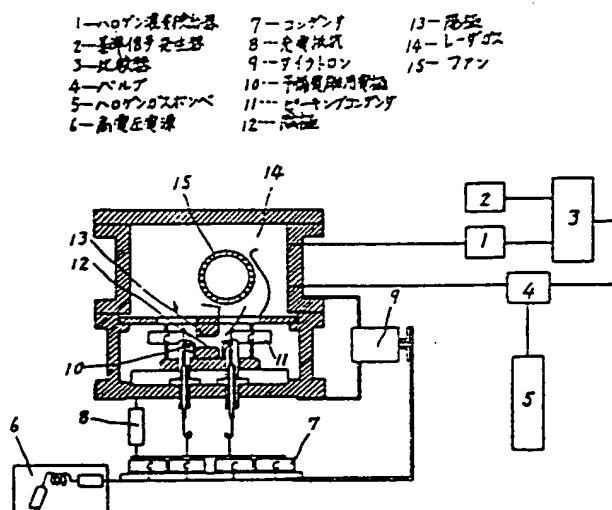


Figure 1



Keys: 1 Halogen concentration detector  
2 Reference signal generator  
3 Comparator  
4 Valve  
5 Halogen gas bomb  
6 High voltage power source  
7 Condensor  
8 Charging resistance  
9 Thyratron  
10 Preliminary ionization electrode  
11 Peaking condensor  
12 Cathode  
13 Anode  
14 Laser gas  
15 Fan

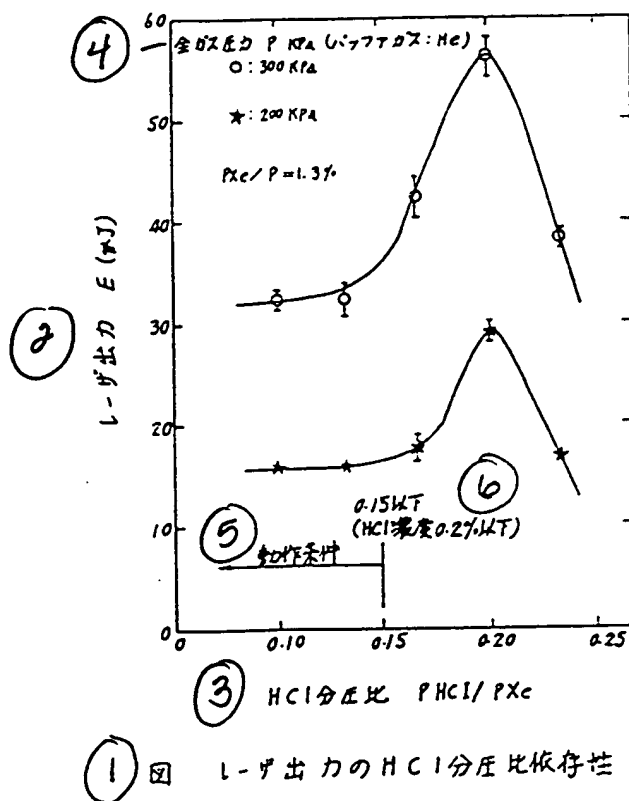


Figure 2

- Keys: 1 Dependence of the laser output on the HCl partial pressure ratio
- 2 Laser output
- 3 HCl partial pressure ratio
- 4 Total gas pressure  $P$  KPa (buffer gas: He)
- 5 Operational conditions
- 6 Below 0.15 (HCl concentration of below 0.2%)

⑫ 公開特許公報(A) 平3-194991

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)8月26日

H 01 S 3/225

7630-5F H 01 S 3/223

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全3頁)

⑮ 発明の名称 エキシマレーザ装置

②

⑯ 特 願 平1-331332

⑰ 出 願 平1(1989)12月22日

⑱ 発 明 者 藤 間 正 博 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
⑱ 発 明 者 西 尾 良 司 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
⑱ 発 明 者 土 田 一 輝 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

特開 H03-194991 ①

【産業上の利用分野】

XeCl, KrF, ArFエキシマレーザ等の希ガスハライドエキシマレーザに係る

【発明の目的】

レーザガスの劣化に伴うレーザ出力の変化を少なくし、レーザガス混合比を制御することにより、安定な放電・安定なレーザ出力を維持できる希ガスハライドエキシマレーザを実現することにある

【発明の効果】

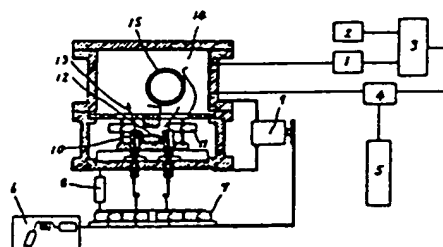
エキシマレーザ運転時のハロゲンガス濃度の低下を防ぐことができるのでレーザ出力を長時間安定に得ることができる。HClガス濃度の制御をせずに安定なレーザ出力が得られる

特許請求の範囲

1. レーザガス中のハロゲンガスの濃度を調整する制御装置を設けたことを特徴とするエキシマレーザ装置。
2. 特許請求の範囲第1項において、Xeに対するHClの分圧比が0.15以下、または、HCl濃度が0.2%以下で動作させるエキシマレーザ装置。

第1図

1-レーザ管  
2-レーザ管入口  
3-レーザ管出口  
4-レーザ管冷却水入口  
5-レーザ管冷却水出口  
6-レーザ管冷却水配管  
7-レーザ管冷却水配管  
8-レーザ管冷却水配管  
9-レーザ管冷却水配管  
10-レーザ管冷却水配管  
11-レーザ管冷却水配管  
12-レーザ管冷却水配管  
13-レーザ管冷却水配管  
14-レーザ管冷却水配管  
15-レーザ管冷却水配管

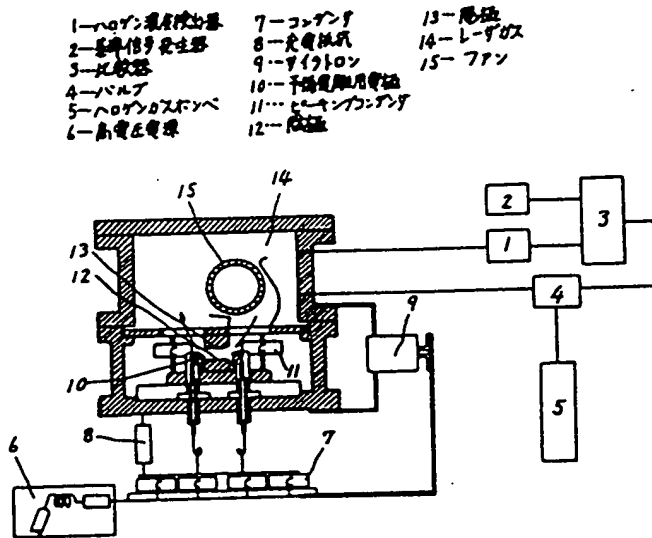


## 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の系統図、第2図はX・C・Eエキシマレーザにおけるレーザ出力のHCl分圧比(HClガス濃度)依存性を示す説明図である。

1…ハロゲン濃度検出器、2…基準信号発生器、3…比較器、4…バルブ、5…ハロゲンガスポンベ、6…高電圧電源、7…コンデンサ、8…充電抵抗、9…サイラトロン、10…予備電離用電極、11…ピーキングコンデンサ、12…陰極、13…陽極、14…レーザガス、15…ファン。

第1図



第2図

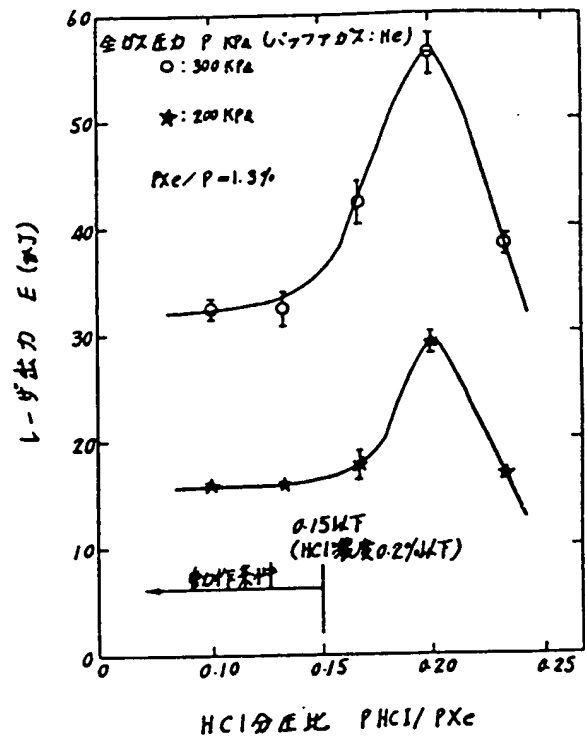


図 1-2 出力のHCl分圧比依存性

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-194991

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)8月26日

H 01 S 3/225

7630-5F H 01 S 3/223

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全3頁)

⑭ 発明の名称 エキシマレーザ装置

⑯ 特 願 平1-331332

⑰ 出 願 平1(1989)12月22日

⑱ 発 明 者 藤 間 正 博 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
 ⑱ 発 明 者 西 尾 良 司 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
 ⑱ 発 明 者 土 田 一 輝 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
 ⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

エキシマレーザ装置

## 2. 特許請求の範囲

1. レーザガス中のハロゲンガスの濃度を調整する制御装置を設けたことを特徴とするエキシマレーザ装置。

2. 特許請求の範囲第1項において、Xeに対するHClの分圧比が0.15以下、または、HCl濃度が0.2%以下で動作させるエキシマレーザ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、XeCl、KrF、ArFエキシマレーザ等の希ガスハライドエキシマレーザに係り、特に、レーザの出力安定化に必要な、ハロゲンガス濃度の制御に関する。

(従来の技術)

従来の装置は、レーザ研究、Vol.13, No.10, 1985, 第814頁から第822頁において紹

介されているように、レーザ出力の高出力化を目的とした装置構成、ガス混合比となっていた。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術は、レーザ出力の安定化に不可欠なレーザガスの混合比の検討がなされておらず、ガスの劣化に伴うレーザ出力の変化が大きいという問題があつた。

本発明の目的は、上記従来技術の欠点であるレーザガスの劣化(ハロゲンガス濃度の低下)に伴うレーザ出力の変化を少なくし、レーザガス混合比を制御することにより、安定な放電・安定なレーザ出力を維持できる希ガスハライドエキシマレーザを実現することにある。

(課題を解決するための手段)

上記目的は、以下の手段により達成される。すなわち、エキシマレーザガス中のハロゲンガス濃度を調整する制御装置を設置し、ハロゲンガス濃度を最適値に保つ。または、エキシマレーザ出力がハロゲンガスの濃度にあまり依存せず安定に得られる条件(1)Xeガスに対するHClガスの

分圧比が0.15以下または(2)HC $\delta$ 濃度が0.2%以下にする。

#### (作用)

ハロゲンガス濃度の制御装置により、エキシマレーザ装置のレーザガス成分を、常に、一定にすることができる。これによりエキシマ(Excited Dimer; 2原子分子、例えばXeC $\delta$ など)生成に必要な放電が安定に得られる。放電が安定すると、放電毎のエキシマの数は安定する。レーザ出力はエキシマの数に比例するので、安定なレーザ出力が得られる。

#### (実施例)

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。第1図に示すエキシマレーザにおいて、高電圧電源6でコンデンサ7を充電抵抗8を通して充電する。その後、サイラトロン9を導通させると、コンデンサ7の電荷は予備電離用電極10を通り、ピーキングコンデンサ11へ移行する。この時、発生する予備放電によつてレーザガスは主放電に先かけて予備電離される。電荷の移行に伴いピー

キングコンデンサ11の電圧は高くなり、陰極12と陽極13間のレーザガス14の絶縁破壊電圧に達するとピーキングコンデンサ11→陰極12→陽極13→ピーキングコンデンサ11に主放電回路が形成され、陰極12と陽極13間で主放電が生成される。この放電によりエキシマ(Excited Dimer; 二原子分子、例えばXeC $\delta$ など)が生成される。エキシマは光を放出しながら解離する。この時、放出する光を共振器を用いて誘導放出させることによりレーザ光を得ることができる。レーザ発振の繰り返しが高くなると、放電によつて生成された不純物が次の放電を不安定にする現象がある。これはフアン15で陰極12と陽極13間のレーザガスを置換することで防止できる。

エキシマレーザ出力の低下の主原因は、ハロゲンガス濃度の低下である。これを防止するため、レーザガス14中のハロゲンガス濃度を光波干渉ガス濃度計等のハロゲンガス検出器1でモニタしこの値と、ハロゲンガス濃度の設定値(基準信号

発生器2の信号)を比較器3で比較し、濃度が低い場合、バルブ4を開にしてハロゲンガスボンベ5中のハロゲンガスをレーザ管内部に入れる。これにより、レーザガス14中のハロゲンガス濃度を一定に保つことが可能となり、レーザ出力の低下を防ぐことができる。

第2図にXeC $\delta$ エキシマレーザにおけるレーザ出力のHC $\delta$ 分圧比依存性を示す。図から分るように高レーザ出力を得るには、HC $\delta$ ガスの最適濃度値がある。HC $\delta$ ガスの最適濃度は、Xeガスに対するHC $\delta$ ガス分圧比が $P_{HC\delta}/P_{Xe} = 0.20$ 付近または、HC $\delta$ 濃度が0.26%付近である。このHC $\delta$ ガス濃度を第1図で説明したハロゲンガス制御装置(1~5)を用いて制御することにより高出力(高効率)なエキシマレーザを実現できる。次に、HC $\delta$ 分圧比が0.15以下になると、HC $\delta$ ガス濃度に依存せず、安定なレーザ出力を得ることができる。すなわち、XeC $\delta$ エキシマレーザにおいて、HC $\delta$ 分圧比が0.15以下、または、HC $\delta$ 濃度が0.2%以

下で動作させることで(1)ガス濃度制御1ないで安定なレーザ出力が得られるエキシマレーザ、

(2)HC $\delta$ 濃度制御条件がゆるいエキシマレーザを実現することができる。以上は、XeC $\delta$ エキシマレーザの例が主であつたがKrF、ArF等の希ガスハライドエキシマレーザでも同じことが可能である。

#### (発明の効果)

本発明によれば、エキシマレーザ運転時のハロゲンガス濃度の低下を防ぐことができるのでレーザ出力を長時間安定に得ることができる。また、XeC $\delta$ エキシマレーザにおいて、Xeガスに対するHC $\delta$ ガス分圧比 $P_{HC\delta}/P_{Xe}$ が0.15以下又は、HC $\delta$ ガス濃度を0.2%以下にすることでHC $\delta$ ガス濃度の制御をせずに安定なレーザ出力が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の系統図、第2図はXeC $\delta$ エキシマレーザにおけるレーザ出力のHC $\delta$ 分圧比(HC $\delta$ ガス濃度)依存性を示す説

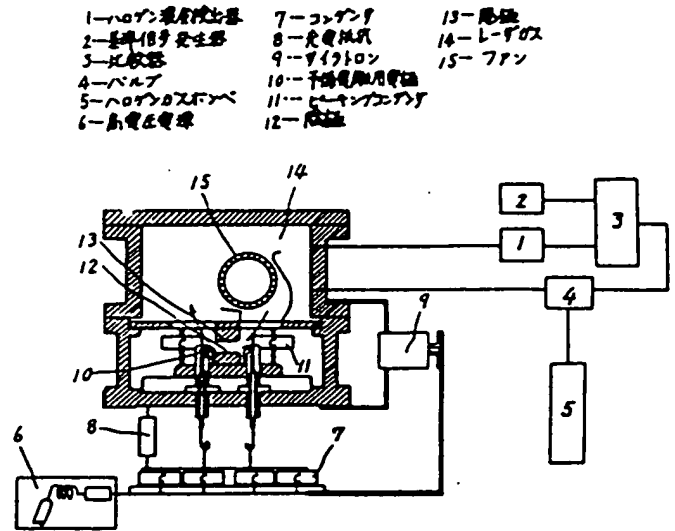
明図である。

- 1…ハロゲン濃度検出器、2…基準信号発生器、  
3…比較器、4…バルブ、5…ハロゲンガスボンベ、  
6…高電圧電源、7…コンデンサ、8…充電抵抗、  
9…サイラトロン、10…予備電離用電極、  
11…ピーキングコンデンサ、12…陰極、13…陽極、  
14…レーザガス、15…ファン。

代理人 弁理士 小川 勝男



第 1 図



第 2 図

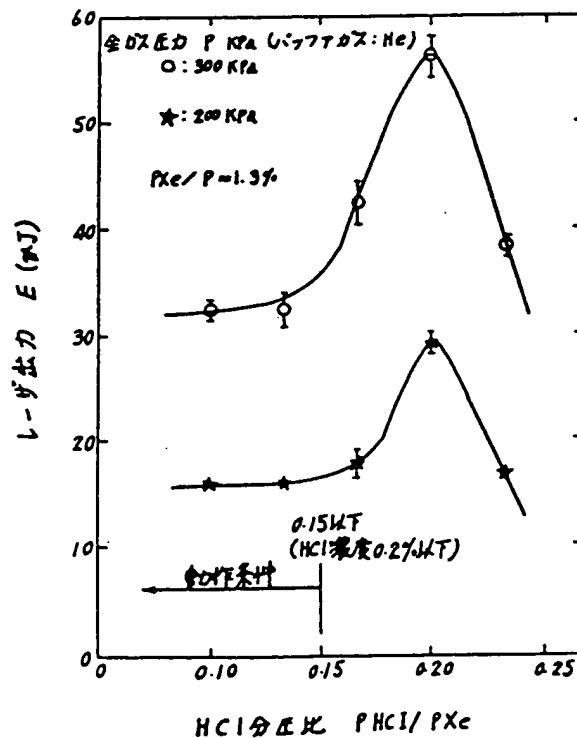


図 レーザ出力のHCl分圧比依存性